

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 38 17 035 C 1

⑳ Aktenzeichen: P 38 17 035.3-51  
㉑ Anmeldetag: 19. 5. 88  
㉒ Offenlegungstag: —  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 17. 8. 89

㉔ Int. Cl. 4:  
G 02 B 6/24  
G 02 B 6/12  
G 02 B 26/02

Behördeneigentum

DE 3817035 C1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉕ Patentinhaber:

Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, 8012  
Ottobrunn, DE

㉖ Erfinder:

Seidel, Helmut, Dipl.-Phys. Dr., 8130 Starnberg, DE;  
Deimel, Peter, Dr., 8059 Langenpreising, DE; Riedel,  
Helmut, 8080 Fürstenfeldbruck, DE

㉗ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	33 38 051 A1
US	46 26 066
EP	02 56 348 A1

㉘ Mikromechanischer Schalter für Lichtwellenleiter

Mikromechanisch hergestellter optischer Schalter für  
Lichtwellenleiter, integrierbar, insbesondere in »single-  
chip«-Ausführung und auf elektrischem, magnetischem  
oder mechanischem Wege ansteuerbar.

DE 3817035 C1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen mikromechanischen Schalter für Lichtwellenleiter.

Es sind optische Schalter bekannt, welche elektrisch steuerbare Teile aufweisen entweder mit einem Schaltmittelteil, wie Wippe oder daß der Lichtwellenleiter beweglich gelagert ist (vgl. US-PS 46 26 066, DE-OS 33 38 051, EP 02 56 348 A1).

Die bekannten optischen Schalter haben eine solche Baugröße, daß sie für integrierte Bauelemente, insbesondere in der "single chip"-Technologie nicht geeignet sind.

In der Optik gibt es verschiedene Möglichkeiten, Lichtwellenleiter auf Halbleitersubstraten zu integrieren. So können z. B. Wellenleiter eindiffundiert werden (LiNb<sub>3</sub>) oder aus aufgebondeten Glasschichten herausgeätzt werden. Auf diese Weise können einfache Verzweiger oder Koppler gebaut werden. Ein Problem stellt allerdings die Herstellung von elektrisch steuerbaren Schaltelementen für Lichtwellenleiter in miniaturisierter Form dar.

Aufgabe der Erfindung ist ein mikromechanisch herstellbares Schaltelement für integrierbare Lichtwellenleiter zu schaffen, das einfach im Aufbau und zugleich effektiv ist.

Gelöst wird diese Aufgabe gemäß dem Hauptanspruch. Aus- und Weiterbildungen der Erfindung sind weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen rein schematisch dargestellt und werden anschließend erläutert, ohne daß die Erfindung hierauf beschränkt wäre. Es zeigt

Fig. 1 einen Querschnitt durch einen optischen Schalter im EIN-Zustand;

Fig. 2 eine Draufsicht auf Fig. 1;

Fig. 3 einen Querschnitt ähnlich Fig. 1 im AUS-Zustand;

Fig. 4 eine Anwendung als optischer Multiplexer (Array).

Ein Ausführungsbeispiel des vorgeschlagenen Schaltelementes ist in Fig. 1 und 2 dargestellt. Kernstück des Bauelementes ist eine aus einem Substrat 1 freigeätzte Wippe 2, die an Torsionsbalken 3 gelagert ist. Diese Wippe trägt einen Lichtwellenleiter 4, der entweder aus einer aufgetragenen Glasfaser oder aus einem anodisch aufgebondeten und freigeätzten Stück Glas besteht. In der Grundstellung des Schalters EIN fluchtet dieser Wellenleiter mit zwei weiteren Wellenleitern 5, die auf dem Substrat aufgebracht sind. Wippe, Torsionsbalken und Substrat werden aus einem einkristallinen, elektrisch leitenden Material hergestellt. Im besonderen kommt hierfür Silizium in Frage. Die oben geschilderte Einheit wird mit einer Grundplatte 6 verbunden, in der sich eine Vertiefung 7 befindet. Diese Grundplatte kann z. B. aus Glas bestehen, das dann mittels anodischer Verbindungstechnik mit Silizium verbunden werden kann. Auf der Grundplatte befinden sich zwei einzeln ansteuerbare Elektroden 8, 9, die zur elektrostatischen Auslenkung der Wippen 2 dienen in die Stellung AUS gemäß Fig. 3 und vice versa. Eine Elektrode 8 befindet sich in der Vertiefung der Grundplatte, die andere 9 unterhalb des anderen Endes der Wippe 2. Die mikromechanischen Herstellungstechnologien sind an sich bekannt. Bevorzugt werden einkristalline Substrate, insbesondere Silizium-Substrate, aus denen monolithisch herausgearbeitet wird.

Das hier vorgeschlagene Schaltelement kann sehr

klein aufgebaut werden und ist auch in einem komplexen Mikrosystem integrierbar. Ferner können mehrere solcher Schaltelemente auf einem Substrat (als single chip) miteinander integriert werden. Auf diese Weise können z. B. auch optische Arrays/Multiplexelemente realisiert werden, siehe Fig. 4; ohne auf diese Anwendung beschränkt zu sein.

Abwandlungen der beschriebenen und dargestellten Ausführungsbeispiele können selbstverständlich vom Fachmann vorgenommen werden, ohne den Rahmen der Erfindung, insbesondere wie in den Ansprüchen gekennzeichnet, zu verlassen.

Die Abwandlungsmöglichkeiten beziehen sich auch auf die Materialien, die bearbeitet werden und deren Bearbeitungsverfahren, soweit für die Zwecke/Ziele der Erfindung geeignet.

Die elektrischen, magnetischen oder mechanischen Ansteuermöglichkeiten sollten auf das schnelle Erreichen definierter Endstellungen (z. B. EIN/AUS) beschränkt bleiben. Dabei können auch Umschalter (zwischen mehreren Stellungen) zur Anwendung kommen und die Art und Weise der Bewegung (Richtung) der Wippe kann rechts oder links durch Anstoßen (Druck) oder Zug (Hub) erfolgen. Die Lichtwellenleiter müssen (in Stellung EIN) möglichst exakt fluchten und die Verluste beim Einkoppeln müssen so klein wie möglich gehalten werden.

## Patentansprüche

1. Mikromechanischer Schalter für Lichtwellenleiter mit einer elektrisch, magnetisch oder mechanisch ansteuerbaren Wippe, dadurch gekennzeichnet, daß

— die Wippe (2) mittels Torsionsbalken (3) an einem Substrat (1) gelagert ist, wobei die Wippe (2) und die Torsionsbalken (3) monolithisch aus dem Substrat (1) herausgearbeitet sind, und daß die Wippe (2) in ihrer Länge angepaßtes Lichtwellenleiterstück (4) trägt, das den Lichtweg zwischen zwei an den gegenüberliegenden Seiten der Wippe angrenzenden Lichtwellenleitern (5) schaltet.

2. Schalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er als optischer EIN/AUS-Schalter oder Unterbrecher ausgebildet ist.

3. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er mehrere Wippen (2) auf einem Substrat (1) integriert enthält.

4. Schalter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß er als Fotokoppler oder optischer Multiplexer ausgebildet ist.

5. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er aus einem einkristallinen Silizium-Substrat (1) herausgearbeitet ist.

6. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das auf der Wippe (2) durch anodisches Bonden aufgetragene Lichtwellenleiterstück (4) aus einer Glasfaser oder einem Glaskörper einschließlich Quarzglas, wie auch die Lichtwellenleiter (5), besteht.

7. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (1) mit einer Grundplatte (6) durch einen anodischen Bondprozeß verbunden ist, in der sich eine Vertiefung (7) auf einer Seite des Torsionsbalkens (3) befindet.

8. Schalter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Wippe (2) elektrostatisch auslenkbar ist mittels zweier einzeln ansteuerbarer Elektroden (8, 9), die jeweils auf gegenüberliegenden Seiten des Torsionsbalkens (3) angeordnet und auf der Grundplatte (6) aufgebracht sind. 5

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

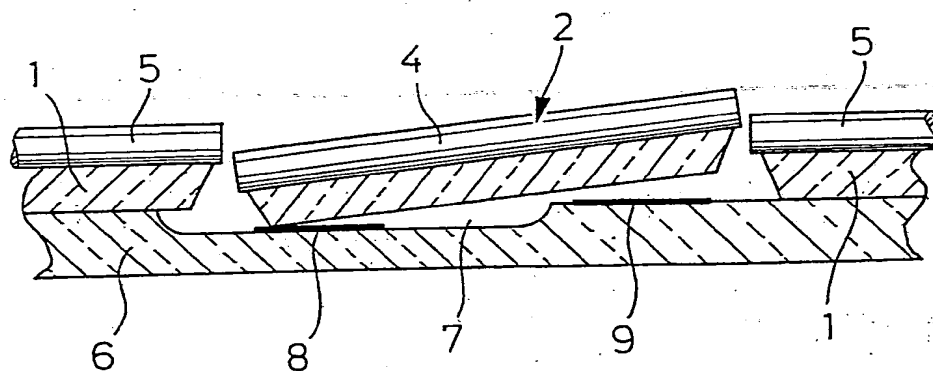


FIG. 3

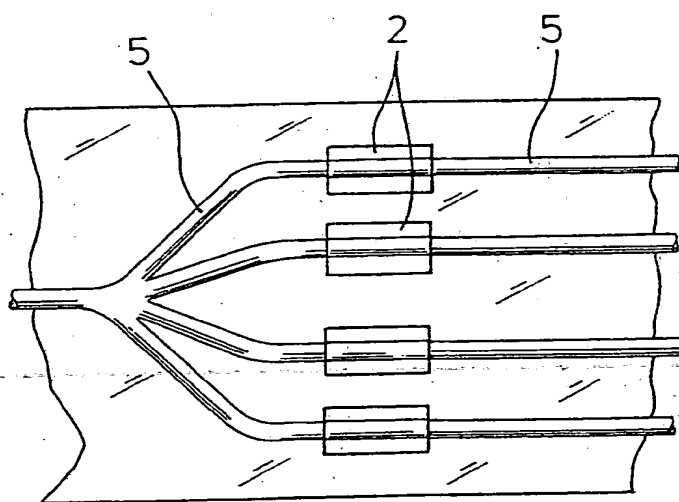


FIG. 4

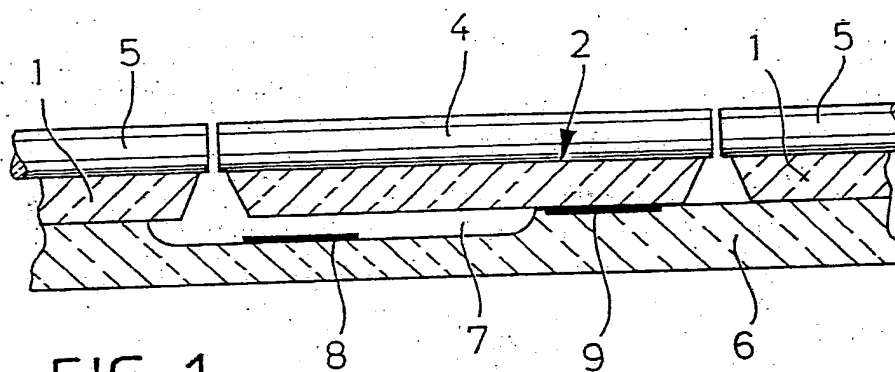


FIG. 1

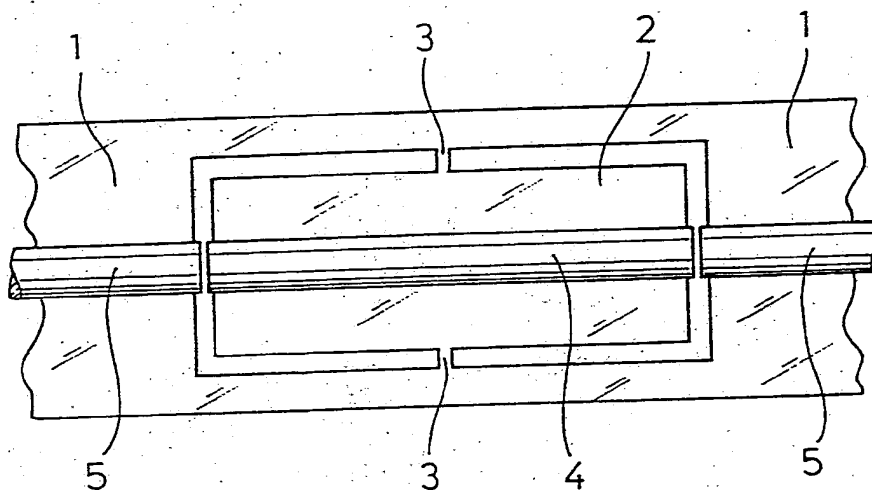


FIG. 2